

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-234391

(43)Date of publication of application : 05.09.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/035
G02F 1/313

(21)Application number : 06-025822

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.02.1994

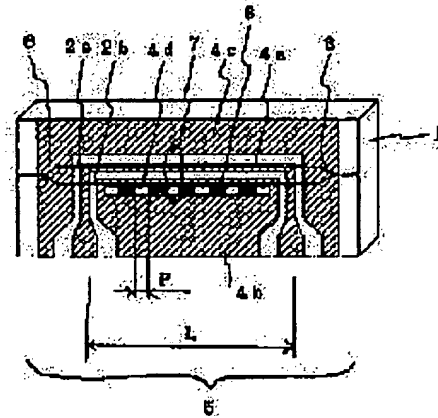
(72)Inventor : NISHIMOTO YUTAKA
SUZAKI TETSUYUKI

(54) DEVICE FOR CONTROLLING LIGHT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a light control device maintaining high speed operation and stabilizing the operation for environment.

CONSTITUTION: A part where electrode arrangement for two pieces of optical waveguides 2a, 2b become symmetrical is formed. In a ground electrode 4b formed on the optical waveguide 2b, a part of the ground electrode 4b is hollowed out so that a part 4d of the ground electrode 4b on the optical waveguide 2b becomes the same width as a signal electrode 4a. Since a ground electrode structure so that distortion occurs similarly between two pieces of optical waveguides 2a, 2b is applied to a part or the whole part, and further, since the electrode structure reinforcing the ground in order not to deteriorate a frequency band is used, the stability of the operation for the environment such as a temp. and a shock, etc., is obtained while maintaining the frequency band.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.10.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2825056

[Date of registration] 11.09.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)9月5日

1/313

【特許請求の範囲】

【請求項1】電気光学効果を有する結晶基板に形成された2本の近接した光導波路からなる光回路と、前記2本の各光導波路の近傍に形成されたマイクロ波が伝搬する信号電極とそれを挟む2つのアース電極からなる光制御デバイスにおいて、前記2つのアース電極のうち一方のアース電極の一部分を信号電極と同様な形状にせしめることにより、信号電極とアース電極からなる電極配置の少なくとも一部分が、前記光回路をなす2本の光導波路の真中の軸に対して対称化されていることを特徴とする光制御デバイス。

【請求項2】前記電極配置が対称化されている部分が複数からなり、前記電極配置が対称化されている部分の間隔が、光制御デバイスを動作させるマイクロ波が前記信号電極を伝搬する際の波長の2分の1より短いことを特徴とする請求項1記載の光制御デバイス。

【請求項3】電気光学効果を有する結晶基板に形成された2本の近接した光導波路からなる光回路と、前記2本の各光導波路の近傍に形成されたマイクロ波が伝搬する信号電極とそれを挟むアース電極からなる光制御デバイスにおいて、前記アース電極のうち1つのアース電極を信号電極と同様な形状にせしめ、信号電極とアース電極からなる電極配置が、前記光回路をなす2本の光導波路の真中の軸に対して対称化されて、かつ前記光導波路上のアース電極が隣接したアース電極の全長に渡り、前記光導波路上のアース電極が隣接したアース電極のそれぞれの電極の上面間により接続せしめていることを特徴とする光制御デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は高周波のマイクロ波を用いて光波の変調、光路切り替えを行う光制御デバイスに関し、特に電気光学結晶基板中に形成された光導波路を用いて制御を行う導波型光制御デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信システムの実用化に伴い、更に大容量で多機能の高度なシステムが求められており、より高速の光信号の発生や光伝送路の切り替え、交換等の新たな機能の付加が必要とされている。現在の実用システムでは光信号は直接半導体レーザや発光ダイオードの注入電流を変調することによって得られているが、直接変調では緩和振動等の効果のため数GHz以上の高速変調が難しいこと、波長変動が発生するためコヒーレント光伝送方式には適用が難しい等の欠点がある。これを解決する手段としては、外部変調器を使用する方法があり、特に電気光学結晶基板中に形成されたマッハツェンダ型光導波路により構成される導波型の光変調器は小型、高効率、高速という特徴がある。

【0003】一方、光伝送路の切り替えやネットワーク

の交換機能を得る手段としては、光スイッチが使用されている。現在実用化されている光スイッチはプリズム、ミラー、ファイバ等を機械的に移動させて光路を切り替えるものであり、低速であること、形状が大きくマトリクス化に不適合の欠点がある。これを解決する手段としても光導波路を用いた導波型の光スイッチの開発が進められており、高速、多素子の集積化が可能、高信頼等の特徴がある。

【0004】特にニオブ酸リチウム(LiNbO₃)結晶等の強誘電体材料を用いたものは、光吸収が小さく低損失であること、大きな電気光学効果を有しているため高効率である等の特徴があり、方向性結合器型光変調器・光スイッチ、マッハツェンダ型光変調器、バランスブリッジ型光変調器・光スイッチ、全反射型光スイッチ等の種々の方式の光制御デバイスが報告されている。例えば、カワノ(KAWANO)他の文献エレクトロニクスレターズ(ELECTRONICS LETTERS) Vol. 25 No. 20 1989並びに清野実他1990年電子情報通信学会秋季全国大会予稿集C-140によれば20GHzを越える高速光強度変調器のような単一素子からなる光制御デバイスの研究開発も盛んに進められている。

【0005】このような光制御デバイスの特性項目には、周波数帯域、スイッチング電圧(電力)、クロストーク、消光比、損失、温度や衝撃などの環境に対する動作の安定性などがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した特性項目の中でも周波数帯域を維持したまま、温度や衝撃などの環境に対する動作の安定性を得ることが最も重要な課題である。

【0007】ここで従来の技術を図面を用いて説明する。図4(a)、(b)はマッハツェンダ型光回路5を用いた従来の高速光変調器の構造を示す斜視図である。図5(a)、(b)は図4(a)、(b)の従来の高速光変調器の断面図である。図4、5において、多くはZ板LiNbO₃、基板を電気光学結晶基板1に用いられている。電気光学結晶基板1に2つのY分岐光導波路6と電気光学効果を作用させる2本の光導波路アーム2a、2bからなるマッハツェンダ型光回路5が形成されている。更に、前記電気光学結晶基板1上にバッファ層3が装荷され、前記バッファ層3を介して金属材料からなるマイクロ波を伝達する信号電極4aと図4(a)、図5(a)では信号電極4aを挟む様に2つのアース電極4b、4cが、また図4(b)、図5(b)では1つのアース電極が光導波路2a、2bの近傍に形成される。前記バッファ層3は、金属電極4a、4bによる光の吸収を防ぐための光学的バッファ層として用いられ、各電極4a、4b、4cは高速動作が行えるように体積抵抗率が小さい、たとえば金(Au)が用いられる。

【0008】図4、図5は従来の高速光変調器における電極配置は、2本の光導波路アーム2a、2bに対して対称ではない。つまり、片方の光導波路アーム2aの上には光導波路2aの幅とほぼ同じ幅の信号電極4aが形成されている。すなわち信号電極4aの両方のエッジが光導波路2aの近傍にあるのに対して、もう一方の光導波路アーム2bにおいては、アース電極4b、4cの片方のエッジだけが光導波路2bの近傍にあるように形成される。

【0009】温度変動により発生する歪や外部からの衝撃などで加えられた歪は、弾性波の不連続点である信号電極4aやアース電極4b、4cのエッジに集中する。この歪により光弾性効果などにより、歪が発生した信号電極4aやアース電極4b、4cのエッジ付近の電気光学結晶基板1部分、すなわち2本の光導波路2a、2b近傍の屈折率が変動する。従って、2本の光導波路2a、2bの伝搬定数が変動することになる。図4

(a)、(b)、図5(a)、(b)の構造では、2本の光導波路2a、2b間では上部に形成された各種電極4a、4b、4cの構造が異なるため、すなわち2本の光導波路2a、2bの間で各種電極4a、4b、4cのエッジの位置が異なるため、2本の光導波路2a、2bの間で歪による伝搬定数の変動も異なる。2本の光導波路2a、2bの伝搬定数が異なると、等価的に印加電圧に対する光出力特性が印加電圧軸に沿って平行移動した特性を示すことになり、高速光変調器の消光比の変動や動作電圧点のシフトが発生する。従って、従来のマイクロ波で駆動する高速光変調器の電極配置では温度変動や外部からの衝撃などがあると、消光比の変動や動作電圧点のシフトが発生するという問題があるが、解決方法が与えられていない。

【0010】本発明の目的は、周波数帯域、すなわち高速動作を維持したまま、温度や衝撃などの環境に対する動作の安定性が得られる光制御デバイスを与えることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による光制御デバイスは、電気光学効果を有する結晶基板に形成された2本の近接した光導波路からなる光回路と、前記2本の各光導波路の近傍に形成されたマイクロ波が伝搬する信号線電極とそれを挟む2つのアース電極からなる光制御デバイスにおいて、前記2つのアース電極のうち一方のアース電極の一部分を信号線電極と同様な形状にせしめることにより、信号電極とアース電極からなる電極配置の一部分が、前記光回路をなす2本の光導波路の真中の軸に対して対称化されていることを特徴とする。

【0012】また、前記電極配置が対称化されている部分が複数からなり、前記電極配置が対称化されている部分の間の間隔が、光制御デバイスを動作させるマイクロ波が前記信号電極を伝搬する際の波長の2分の1より短

いことを特徴とする。

【0013】また、電気光学効果を有する結晶基板に形成された2本の近接した光導波路からなる光回路と、前記2本の各光導波路の近傍に形成されたマイクロ波が伝搬する信号電極とそれを挟むアース電極からなる光制御デバイスにおいて、前記アース電極のうち1つのアース電極を信号電極と同様な形状にせしめ、信号電極とアース電極からなる電極配置が、前記光回路をなす2本の光導波路の真中の軸に対して対称化されて、かつ前記光導波路上のアース電極が隣接したアース電極と全長にわたり空中配線により接続せしめていることを特徴とする。

【0014】

【作用】本発明による光制御デバイスを用いれば、周波数帯域を維持したまま、温度や衝撃などの環境に対する動作の安定性が得られる。すなわち、本発明では従来の構造と異なり、歪が2本の光導波路の間で同じように発生するようなアース電極構造を一部分に適用し、その他の部分は周波数帯域を劣化させないために従来の電極構造を適用している構造を用いているためである。

【0015】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。

【0016】図1(a)は本発明の一実施例に係わるマッハツェンダ型光回路5を用いた高速動作の光制御デバイスの構造を示す斜視図である。

【0017】図1において、Z板LiNbO₃、基板を電気光学結晶基板1に用いる。電気光学結晶基板1に2つのY分岐光導波路6と電気光学効果を作用させる2本の光導波路アーム2a、2bからなるマッハツェンダ型光回路5が形成されている。更に、前記電気光学結晶基板1上にバッファ層が装荷され、前記バッファ層3を介して金属材料からなるマイクロ波が伝達する信号電極4aと信号電極4aを挟む様に2つのアース電極4b、4cが形成される。信号電極4aは片方の光導波路2aの上に形成され、光導波路2aとほぼ同じ幅を有する。アース電極4b、4cのうち片方のアース電極4bは他方の光導波路2bを覆うように形成される。信号電極4aに高周波数のマイクロ波を伝達させて、強度変調やスイッチングの高速動作を得る。前記バッファ層3は、金属電極4a、4bによる光の吸収を防ぐための光学的バッファ層として用いられ、例えばSiO₂が用いられる。各電極には4a、4b、4cは高速動作が行えるように体積抵抗率が小さい、たとえば金(Au)が用いられる。

【0018】図1では、2本の光導波路2a、2bに対する電極配置が対称になる部分が形成されている。すなわち、光導波路2bの上に形成されたアース電極4bにおいて、光導波路2bの上のアース電極4bの一部分4d(今後、細線アース電極と呼ぶ)が信号電極4aと同じ幅になるように、アース電極4bの一部分がくりぬかれた構造となっている。この部分では、2本の光導波路

に対する電極配置が対称部位7（今後、対称電極部位と呼ぶ）になり、温度変動により発生する歪や外部からの衝撃などで加えられた歪があったとしても2本の光導波路2a、2bには同じ歪がかかるため、2本の光導波路2a、2bの間に伝搬定数差は発生しない。従って、このような電極構造を一部分でも有する光制御デバイスは、従来の光制御デバイスと比較して、消光比変動、動作電圧点シフトが少ない安定な動作が得られる。また、高周波のマイクロ波に対して細線アース電極4dが隣接したアース電極4bと接続しているため、周波数帯域内の特性劣化も少ない。

【0019】より安定な動作を得るためには、対称電極部位7の領域を増やしていけばよい。このとき、対称電極部位7の長さPが、光制御デバイスを動作させるマイクロ波が信号電極4aを伝搬する際の波長の2分の1より長い場合には、信号電極4aに隣接したアース電極4bがマイクロ波にとってアースとして働かなくなることが発明者は見いだした。従って、複数個存在する対称電極部位7の長さPは、マイクロ波が信号電極4aを伝搬する際の波長の2分の1より短くさせる。これにより、信号電極を伝播しているマイクロ波が細線アース電極に誘導されないで、周波数帯域内の特性劣化は全く観測されなかった。従って、本発明により周波数帯域、すなわち高速動作を維持したまま、温度や衝撃などの環境に対する動作が安定した高速動作の光制御デバイスが得られる。

【0020】図2(a)、(b)は本発明の一実施例に係わる光制御デバイスにおける対称電極部位7以外の部分の断面図である。図2(a)はアース電極4bと細線アース電極4dとのアース接続部8を示し、底面から接続させている。このアース接続部8の形成にはリソグラフィ技術を用いて、他の電極と同時に一括形成する方法や光CVD法を用いて他の電極の形成後に堆積する方法などが用いられる。図2(b)はアース接続部8として空中配線が用いられ、アース電極4bと細線アース電極4dが接続されている。このアース接続部8の形成には光CVD法、ボンディング法や金リボン接続などが用いられる。本構造では、2本の光導波路2a、2bに対して加わる歪が電極全長Lの領域に渡って対称化されているため、周波数帯域、すなわち高速動作を維持したまま、温度や衝撃などの環境に対する動作がさらに安定した高速動作の光制御デバイスが得られる。図2(c)は本発明の一実施例に係わる光制御デバイスにおける対称電極部位の断面図である。

【0021】図3(a)、(b)は本発明の一実施例に係わるマッハツェンダ型光回路5を用いた高速動作の光制御デバイスの構造を示す斜視図と断面図である。図3(a)は細線アース電極4dが電極の全長Lに渡って形成されており、空中配線でアース電極4bと細線アース電極4dが接続されており、光CVD法、ボンディング法や金リボン接続などが用いられる。本発明では、すべての領域が対称電極部位となっているとともに、すべての領域でアース電極4bと細線アース電極4dが接続している。従って、本発明により周波数帯域内外の特性が全く劣化せず、温度や衝撃などの環境に対する動作が極めて安定した光制御デバイスが得られる。

【0022】なお、本発明による光制御デバイスは方向性結合器、マッハツェンダ型、バランスブリッジ型などなんでもよく、なんら制限が無いのは明らかである。

【0023】なお、バッファ層3としては主にSiO₂系が用いられるが、その他にAl₂O₃、MgF₂、SiON、Si₃N₄などが用いられ、厚さは0.2から2μm程度を用いる。電極4a、4b、4c及びアース電極接続部8としては主にAuが用いられるが、その他にAl、Mo、ITO、ZnO系材料、導電性高分子などが用いられ、厚さは1μmから30μm程度を用いる。厚い金属膜を堆積する方法には、主にメッキ法が適用されるが、その他に蒸着法、スパッタリング法なども用いられる。

【0024】

【発明の効果】本発明を用いれば、従来の構造と異なり、歪が2本の光導波路の間で同じように発生するようなアース電極構造を一部分、または全部分に適用し、また周波数帯域を劣化させないためにアースを強化した電極構造を用いているため、周波数帯域を維持したまま、温度や衝撃などの環境に対する動作の安定性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光制御デバイスの構造を示す斜視図である。

【図2】光制御デバイスの構造を示す断面図である。

【図3】光制御デバイスの構造を示す斜視図(a)と断面図(b)である。

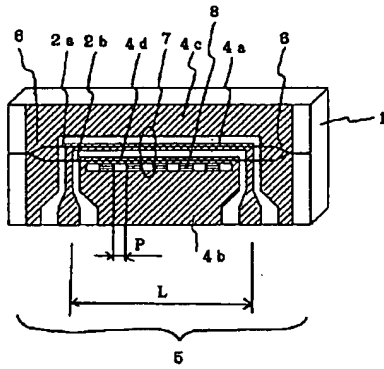
【図4】従来の光制御デバイスの構造を示す斜視図である。

【図5】従来の光制御デバイスの構造を示す断面図である。

【符号の説明】

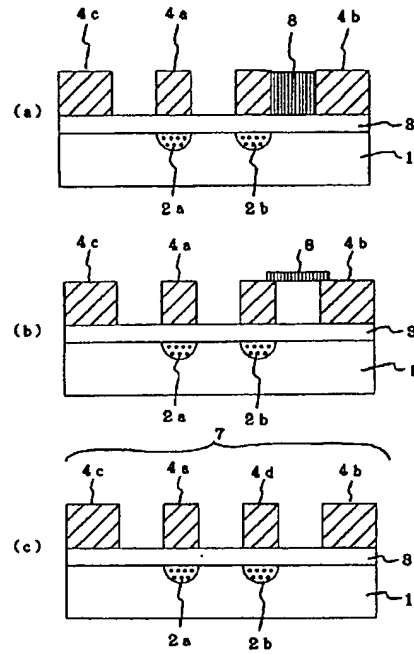
- 1 電気光学結晶基板
- 2a、2b 光導波路
- 3 バッファ層
- 4a 信号電極
- 4b、4c アース電極
- 5 マッハツェンダ型光回路
- 6 Y分岐光導波路
- 7 対称電極部位
- 8 アース接続部

【図1】



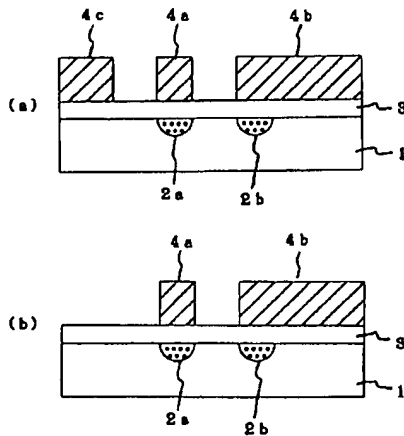
- 1 電気光学結晶基板
- 2a, 2b 光導波路
- 4a 信号電極
- 4b, 4c アース電極
- 4d 鉗線アース電極
- 5 マッハツェンダ光回路
- 6 Y分岐光回路
- 7 対称電極部位
- 8 アース電極接続部

【図2】



- 1 電気光学結晶基板
- 2a, 2b 光導波路
- 8 パッパ層
- 4a 信号電極
- 4b, 4c アース電極
- 4d 鉗線アース電極
- 7 対称電極部位
- 8 アース電極接続部

【図5】

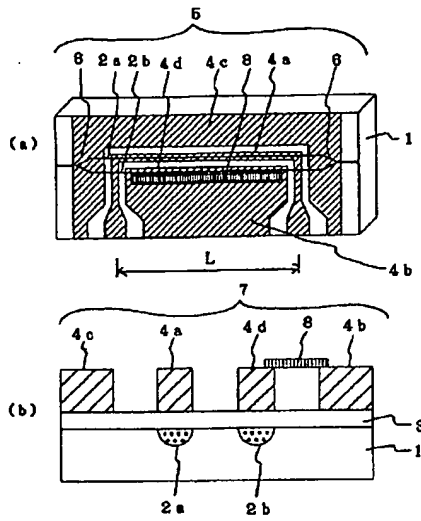


- 1 電気光学結晶基板
- 2a, 2b 光導波路
- 8 パッパ層
- 4a 信号電極
- 4b, 4c アース電極

(6)

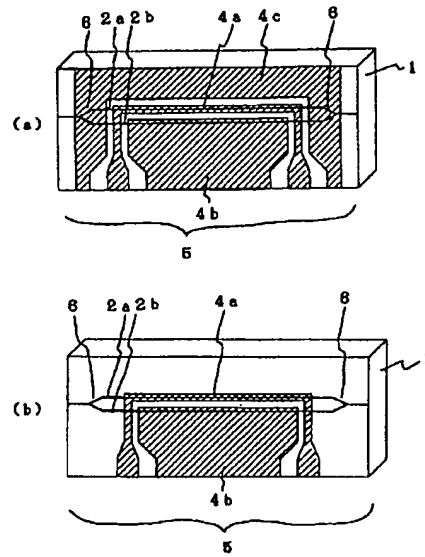
特開平7-234391

【図3】



- 1 電気光学結晶基板
- 2a, 2b 光導波路
- 3 バッファ層
- 4a 信号電極
- 4b, 4c アース電極
- 5 マッハツェンダ型光回路
- 6 Y分岐光導波路
- 7 対称電極部位
- 8 アース接続部

【図4】



- 1 電気光学結晶基板
- 2a, 2b 光導波路
- 4a 信号電極
- 4b, 4c アース電極
- 5 マッハツェンダ型光回路
- 6 Y分岐光導波路